

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EM
FREDERICO WESTPHALEN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

Giovanna Angelina Machado

**DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL NA CULTURA DO FEIJÃO DE
PORCO**

Frederico Westphalen, RS
2023

Giovanna Angelina Machado

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL NA CULTURA DO FEIJÃO DE PORCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Toebe

Frederico Westphalen, RS
2023

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Machado, Giovanna Angelina
DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL NA CULTURA DO FEIJÃO DE
PORCO / Giovanna Angelina Machado.- 2023.
38 p.; 30 cm

Orientador: Marcos Toebe
Coorientador: Jaqueline Ineu Golombiensi
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós
Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, RS, 2023

1. Canavalia ensiformis 2. precisão experimental 3.
planejamento experimental I. Toebe , Marcos II.
Golombiensi , Jaqueline Ineu III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, GIOVANNA ANGELINA MACHADO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Giovanna Angelina Machado

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL NA CULTURA DO FEIJÃO DE PORCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental**.

Aprovada em 30 de junho de 2023.

Prof. Dr. Marcos Toebe (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Alberto Cargnelutti Filho (UFSM)
(Videoconferência)

Prof. Dr. Fernando Machado Haesbaert (UFT)
(Videoconferência)

Frederico Westphalen, RS
2023

Este trabalho é dedicado as pessoas que sempre estiveram ao meu lado: meus pais Adão Nunes Machado e Gisleine Cristina Machado e aos meus irmãos Julianne Cristina Machado e Leandro Nunes Machado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas bênçãos concedidas, por me manter no caminho e me dar forças para concluir mais essa etapa.

À minha família, por toda compreensão, amor e apoio, e por lutarem comigo para a realização desse sonho.

À Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen pelos ensinamentos e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao professor e orientador Marcos Toebe pela oportunidade, atenção e contribuições que foram essenciais para a conclusão do projeto, e por nunca ter medido esforços e tempo para me orientar.

Ao meu namorado Juliano Martins Dahm pela compreensão, apoio e companheirismo durante todos os momentos, principalmente os de dificuldade.

À professora Jaqueline Ineu Golombiensi, pela amizade, pela ajuda, por ser luz no caminho de seus alunos e por ser exemplo de carisma e boas energias.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudo.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para essa conquista e fizeram parte dessa caminhada.

Nunca fugir
Para cada medo que você enfrenta
Você vai sobreviver e ser muito mais
Do que você era.
Alter Bridge – My Champion

“Crê em ti mesmo, age e verás os resultados.”
(Chico Xavier)

RESUMO

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL NA CULTURA DO FEIJÃO DE PORCO

AUTORA: Giovanna Angelina Machado

ORIENTADOR: Marcos Toebe

O feijão de porco é uma cultura agrícola utilizada em sistemas de rotação de culturas, com importante contribuição ambiental na fixação biológica de nitrogênio e melhoria dos solos. O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra necessário para a estimação da média de doze variáveis de feijão de porco em vinte cinco níveis de precisão. Foram conduzidos três ensaios de uniformidade em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen-RS. Os ensaios 1, 2 e 3 foram semeados, respectivamente, em 08 de novembro de 2020, 09 de dezembro de 2020 e 08 de janeiro de 2021. Cada ensaio teve cinco linhas de semeadura de 20 metros de comprimento com 100 plantas por linha e espaçamento entre linhas de 0,45 m e entre plantas de 0,20 m e semeadura realizada de maneira manual e sem a utilização de fertilizantes. Na colheita, realizada entre maio e agosto de 2021, dependendo da época de semeadura e maturidade das plantas, foram avaliadas doze variáveis morfológicas e produtivas: altura de planta; diâmetro do caule; número de nós; número de ramos produtivos; número de vagens; número de grãos; número de grãos por vagem; massa total; massa da planta sem vagens; massa de vagens sem grãos; massa de grãos; e, massa de cem grãos. O número final de plantas avaliadas foi de 351, 330 e 256, respectivamente, para os ensaios 1, 2 e 3. Após, para cada época e variável, foram calculadas medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (mínimo, máximo, erro padrão, desvio padrão e coeficiente de variação), de distribuição (curtose e assimetria) e calculado o intervalo de confiança de 95% para a média populacional. Depois, foi determinado o tamanho de amostra necessário para a estimação da média de cada variável, assumindo vinte cinco níveis de precisão (erros de estimação iguais a 1, 2, ..., 25% da média) e definido o erro de estimação com base na amostra original. Em feijão de porco, em média 50 plantas, são necessárias para a estimação da média de doze variáveis com erro de 10% da média. Nesse nível de precisão, o tamanho de amostra variou entre sete e 140 plantas, dependendo da época de semeadura e da variável avaliada.

Palavras-chave: *Canavalia ensiformis*, precisão experimental, planejamento experimental.

ABSTRACT

SAMPLE SIZING IN JACK BEAN CROP

AUTHOR: Giovanna Angelina Machado
ADVISOR: Marcos Toebe

Jack bean is an agricultural crop used in crop rotation systems, with an important environmental contribution in biological nitrogen fixation and soil improvement. The objective of this work was to determine the sample size necessary for estimating the mean of twelve jack bean variables at twenty-five levels of precision. Three uniformity tests were carried out in an experimental area of the Federal University of Santa Maria, campus of Frederico Westphalen-RS. Trials 1, 2 and 3 were sown, respectively, on November 8, 2020, December 9, 2020 and January 8, 2021. Each trial had five seeding rows of 20 meters in length with 100 plants per row and spacing between rows of 0.45 m and between plants of 0.20 m and sowing performed manually and without the use of fertilizers. At harvest, carried out between May and August 2021, depending on the sowing date and maturity of the plants, twelve morphological and productive variables were evaluated: plant height; stem diameter; number of nodes; number of productive branches; number of pods; number of grains; number of grains per pod; total mass; plant mass without pods; mass of grain less pods; grain mass; and, mass of one hundred grains. The final number of evaluated plants was 351, 330 and 256, respectively, for trials 1, 2 and 3. Afterwards, for each time period and variable, measures of central tendency (mean and median), dispersion (minimum, maximum, standard error, standard deviation and coefficient of variation), distribution (kurtosis and skewness) and the 95% confidence interval for the population mean were calculated. Then, the sample size necessary for estimating the mean of each variable was determined, assuming twenty-five levels of precision (estimation errors equal to 1, 2, ..., 25% of the mean) and defining the estimation error with based on the original sample. In jack bean, an average of 50 plants, are required for the estimation of the mean of twelve variables with an error of 10% of the mean. At this level of precision, the sample size varied between seven and 140 plants, depending on the sowing date and the evaluated variable.

Keywords: *Canavalia ensiformis*, experimental precision, experimental design.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Número de plantas avaliadas, valores mínimo e máximo, média, mediana, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (em %), curtose, assimetria e limites inferior ($LI_{95\%}$) e superior ($LS_{95\%}$) do intervalo de confiança de 95% da média populacional para altura de planta (em cm), diâmetro do caule (em mm) e número de nós, de ramos produtivos, de vagens e de grãos (em unidades) em três épocas de semeadura de feijão de porco.....24
- TABELA 2. Número de plantas avaliadas, valores mínimo e máximo, média, mediana, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (em %), curtose, assimetria e limites inferior ($LI_{95\%}$) e superior ($LS_{95\%}$) do intervalo de confiança de 95% da média populacional do número de grãos por vagem (em unidades) e das massas total, da planta sem vagens, de vagens sem grãos, de grãos e de cem grãos (em gramas) em três épocas de semeadura de feijão de porco.25
- TABELA 3. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média da altura de planta e do diâmetro do caule com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco..26
- TABELA 4. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média do número de nós e número de ramos produtivos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco..27
- TABELA 5. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média do número de vagens e número de grãos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.....29
- TABELA 6. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média do número de grãos por vagem e massa total com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco..30
- TABELA 7. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média da massa da planta sem vagens e da massa de vagens sem grãos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%),

com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.....31

TABELA 8. Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média da massa de grãos e da massa de cem grãos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco..33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 HIPÓTESES	14
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1 Feijão de porco (<i>Canavalia ensiformis</i>).....	15
4.2 Planejamento Experimental	17
5 MATERIAIS E MÉTODOS	20
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Dentro dos sistemas ambientais, o solo é um elemento seriamente afetado por passivos ambientais, principalmente no que se refere ao descarte incorreto de resíduos e efluentes e ao manejo inadequado do mesmo, resultando em altos níveis de degradação. Diversos processos e práticas antropogênicas podem levar a deterioração do solo, tais como desmatamento e remoção de resíduos orgânicos (BARBOSA et al., 2021).

A adubação de forma incorreta pode ocasionar um acúmulo de macronutrientes no solo, como cálcio, fósforo e potássio, acarretando em danos econômicos e ambientais (BARBOSA et al., 2021). Além disso, o uso de práticas inadequadas, reduzem os teores de matéria orgânica e elevam os níveis de compactação do solo, limitando e refletindo negativamente na produtividade das culturas (LINHARES et al., 2016).

Considerando que um solo degradado prejudica os ecossistemas terrestres e aquáticos, diante disso, entende-se o risco de um solo degradado e a necessidade da aplicação de técnicas, a fim de se remediar os danos ambientais e econômicos ocasionados. A recuperação de solos contaminados por metais pesados tem mobilizado a atenção dos pesquisadores, que vêm buscando estratégias para minimizar problemas relacionados a desastres ambientais e descarte inadequado de resíduos e efluentes (ALMEIDA, 2018).

Observando a necessidade de remediação de áreas degradadas, pode-se utilizar plantas para melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo através de práticas como fitorremediação e cobertura verde (BARBOSA et al., 2021), que segundo Almeida (2018) são práticas que tem se mostrado eficientes e de baixo custo, o que viabiliza e estimula a realização de pesquisas na área. O uso de leguminosas mostra-se promissor na mitigação de solos degradados, melhorando estoques de carbono e Nitrogênio no solo, enriquecendo a microbiota e restaurando a fertilidade do solo e sua estrutura física (YAO et al., 2019; KARLEN & RICE, 2015; WENDLING et al., 2019).

A *Canavalia ensiformis*, conhecida como feijão de porco, possui alta produção de biomassa, alta extração e retorno de nutrientes, além de ser uma espécie resistente em solos degradados e apresentar alta resistência em condições adversas (SOUSA et al., 2020; VALADÃO et al., 2020), sendo uma excelente alternativa para técnicas de recuperação e manutenção de solos agrícolas e de passivo ambiental (PEREIRA et al., 2017). Segundo Almeida (2018), práticas fitorremediadoras têm se mostrado promissoras, porém pesquisas nesse tema tem apresentado resultados diferentes, podendo-se levar em consideração as diferenças genéticas e o período de cultivo das espécies cultivadas. Quando pretende-se utilizar

uma espécie na aplicação de técnicas de fitorremediação, torna-se importante avaliar o desenvolvimento vegetativo da planta, como a produção de biomassa e também o acúmulo dos elementos nos tecidos vegetais (BARBOSA et al., 2021).

O planejamento experimental e o dimensionamento amostral vêm como uma ferramenta importante que auxilia na avaliação dos dados de um experimento, dando direcionamento na execução do projeto e determinando quais variáveis exercem maior influência (BHERING & TEODORO, 2021). Sendo de extrema importante a utilização de modelos estatísticos adequados para que se tenha maior confiabilidade dos resultados (BHERING & TEODORO, 2021)

Apesar dos inúmeros benefícios à qualidade do solo e à eficiência na remediação de solos contaminados, ainda faltam estudos e informações sobre métodos de manejo adequados a serem utilizados como parte do processo na utilização do feijão de porco para tais objetivos (MADALÃO et al., 2017). Nesse sentido, é importante definir os protocolos para a correta condução de experimentos na cultura. Pensando nisso, o presente trabalho teve como objetivo definir o tamanho de amostra ideal para a cultura do feijão de porco a fim de auxiliar trabalhos futuros com o uso da cultura em técnicas de recuperação de solos degradados e em outras áreas do conhecimento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Definir o tamanho de amostra para a cultura do feijão de porco.

2.2 Objetivos específicos

Dimensionamento amostral para a estimação da média de variáveis em feijão de porco em épocas de semeadura.

Dimensionamento amostral para a estimação da média de variáveis em feijão de porco em níveis de precisão.

3 HIPÓTESE

O tamanho de amostra varia de acordo com a variável e com a época de semeadura e, portanto, deve ser definido em cada situação.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)

O uso de leguminosas como adubo verde melhora a fertilidade do solo pois promove estoques de C e N, sendo uma alternativa para a produção agrícola sustentável (YAO et al., 2019). Em estudo de sistemas agroflorestais, Linhares et al. (2016) concluíram que o acréscimo de biomassa vegetal no solo promoveu a recolonização da microbiota em solo degradado, aumentando o estoque de carbono orgânico e melhorando as qualidades físicas e químicas do solo.

A prática de rotação de cultura ou o consórcio de leguminosas intercaladas com gramíneas, reduz a necessidade de fertilizantes nitrogenados em até 38%, mostrando que espécies podem ser exploradas em sistemas de cultivo podendo contribuir para a sustentabilidade de sistemas agrícolas (RECKLING et al., 2016). Em estudo realizado por Imbana et al. (2021) com uso de leguminosas como cobertura do solo, observou-se aumento dos teores de carbono orgânico total (COT) em ambas as profundidades do solo mesmo em tempo relativamente curto de experimento, o que indica que a adubação verde com leguminosas aumenta o estoque de C no solo mesmo em curto prazo.

O bom desenvolvimento e resistência, além da alta produção de biomassa do feijão de porco cultivado em solo de passivo ambiental oriundo de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, indicam que a cultura pode ser usada em técnicas de fitorremediação (BARBOSA et al., 2021). O mesmo se destaca na produção de biomassa, mostrando-se uma boa opção para adubo verde e apresentando efeitos nos teores de matéria orgânica e nutrientes no solo, contribuindo positivamente de forma indireta com atributos físicos do solo (FREITAS; PAULETTO; SOUSA, 2020).

De acordo com Karlen & Rice (2015) a utilização de leguminosas como cobertura do solo, vem a ser uma estratégia promissora na mitigação de solos degradados, pois o acréscimo de matéria orgânica melhora a microbiota, restaura a fertilidade do solo e melhora a ciclagem de nutrientes, auxiliando na sustentabilidade dos ecossistemas. Em estudo realizado por Wendling et al. (2019), observou-se que a presença de feijão de porco em sistema de solo-pastagem-animal promoveu a reciclagem e a fixação biológica de N no solo, e os autores concluíram que houve melhorias na qualidade e na produtividade das pastagens.

O depósito de quantidades expressivas de massa seca oriunda de cobertura de solo através da adubação verde, preserva a diversidade biológica por manter a umidade e temperatura do solo, além de protegê-lo contra agentes erosivos (PEREIRA et al., 2017). Segundo os mesmos autores, o feijão de porco tem alta produção de massa seca e acúmulo de potássio e cálcio, e se usado como cobertura verde, torna-se uma excelente alternativa para a agricultura sustentável.

A matéria orgânica, exerce grande influência no processo estrutural do solo, pois está diretamente ligada à qualidade do mesmo, atuando na capacidade de troca de cátions, na disponibilidade hídrica no meio e além disso é formada essencialmente de carbono orgânico, que é um agente cimentante da estrutura do solo (CAMPOS et al., 2016). Segundo Sales et al. (2018), as interações do carbono orgânico sob os atributos físicos e químicos do solo, são medidas importantes para a identificação de práticas adequadas e sustentáveis de manejo para a mitigação de danos ambientais e para o aumento da produtividade.

Um recurso para reduzir os problemas causados por herbicidas de longa persistência, é o uso de práticas agronômicas que aplicadas em conjunto podem imobilizar, neutralizar e até mesmo remover contaminantes do ecossistema, ajudando a manter a sustentabilidade econômica e ambiental na propriedade através da biorremediação do solo (MADALÃO et al., 2017). Outra característica interessante da *Canavalia ensiformis* é a capacidade de rápida absorção e rápido retorno de nutrientes em curto prazo de tempo, por ter elevada taxa de decomposição em relação a outras leguminosas estudadas (SOUSA et al., 2020).

Além disso, Barbosa et al. (2021), em estudo realizado em solo de passivo ambiental oriundo da disposição inadequada de resíduos, observaram desenvolvimento satisfatório da cultura e boa produção de biomassa mesmo sendo cultivado em solo contaminado por resíduos sólidos urbanos, indicando a possibilidade do uso da espécie na biorremediação dessas áreas. De acordo com estudo realizado por Barbosa et al (2021), o feijão de porco cultivado em solo de passivo ambiental apresentou alta taxa de crescimento e maior comprimento da parte aérea em relação à cultura do girassol. Resultado semelhante foi encontrado por Almeida (2018), que constatou maior quantidade de biomassa seca e potencial fitorremediador devido ao alto desenvolvimento de matéria seca em feijão de porco em comparação com outras espécies.

Em estudo realizado em solo contaminado por herbicida sulfentrazone, concluiu-se que a espécie *Canavalia ensiformis* possui capacidade fitorremediadora e apresentou efeitos benéficos não apenas na remoção do contaminante, como também se observou aumento na produtividade do sorgo em parcelas com feijão de porco, proporcionando maior segurança para o plantio e redução de impactos ambientais (MADALÃO et al., 2017). Além de aumentar a

produtividade do solo, a utilização de cobertura morta com palhada de feijão de porco reduziu a densidade do aparecimento de espécies invasoras, diminuindo o controle manual e o uso de defensivos agrícolas (SILVA et al., 2017). Já em solo compactado observou-se pequena alteração no sistema radicular da *Canavalia*, porém não houve comprometimento no desenvolvimento da cultura, mostrando-se uma ótima alternativa para cobertura e recuperação de solos degradados, por ser uma planta que demonstra alta resistência a condições adversas (VALADÃO et al., 2020).

4.2 Planejamento Experimental

Através de softwares estatísticos e uma linguagem mais acessível para diferentes áreas da pesquisa e de conhecimentos, a análise matemática de métodos estatísticos, antes considerada complexa, tornou-se mais acessível dentro de diversas áreas do conhecimento (CAVALCANTE; COSTA, 2021). Porém segundo os mesmos autores, fatores como obtenção dos dados, planejamento do experimento, execução e interpretação dos resultados, depende e exige conhecimento específico do pesquisador.

As conclusões de um estudo podem ser comprometidas caso a amostra seja muito grande ou pequena, pois isso pode enfatizar diferenças estatísticas que não são relevantes (FABER; FONSECA, 2014). Ainda segundo os autores, determinar o tamanho de amostra é importante não só por razões de recursos humanos e financeiros, mas também por razões metodológicas e éticas, pois uma amostra adequada torna a pesquisa mais eficiente.

Para se obter dados amostrais com qualidade, a análise desses dados deve ser feita a partir de um dimensionamento amostral correto, levando em consideração fatores que podem influenciar o tamanho da amostra, dentre eles a variabilidade inerente e a precisão amostral definida pelo pesquisador (FERREIRA et al., 2020). É de extrema importância utilizar modelos e métodos estatísticos adequados, além de planejar adequadamente um experimento científico, evitando gerar erros que levarão a análises falsas, gerando conclusões equivocadas (BHERING; TEODORO, 2021). Ainda segundo os autores, a estatística experimental possibilita diminuir os erros e tornar os resultados mais eficientes desde o planejamento da pesquisa até a análise dos dados para testar as hipóteses científicas.

A aplicação errônea da estatística experimental e a falta de informações necessárias, afeta a replicação bem-sucedida de um estudo científico, pois o mesmo perde credibilidade, conduzindo a resultados imprecisos e de baixa confiabilidade (CAVALCANTE; COSTA, 2021). O planejamento experimental, serve em diversas áreas da pesquisa, para determinar

variáveis que exercem maior influência e que mais afetam o objeto de estudo do pesquisador, aumentando assim as chances de sucesso dos resultados, além de tornar o processo experimental mais eficaz e econômico utilizando métodos estatísticos de análises de dados (BHERING; TEODORO, 2021).

Dentro da pesquisa científica, a fase de planejamento experimental é a que definirá toda a estrutura do projeto e decidirá a metodologia e métodos necessários para a obtenção e análise de dados (CAVALCANTE; COSTA, 2021). A caracterização amostral, possibilita a realização de experimentos futuros (MALIKOUSKI et al, 2018) permitindo ao pesquisador, encontrar informações que auxiliem no projeto, e avaliar qual limite de erro tolerável de acordo com recursos financeiros, tempo e espaço de acordo com as características da cultura estudada (SILVA et al., 2016). Um exemplo, foi o estudo realizado por Silva et al. (2019), que dimensionou o tamanho de amostra para avaliar características da banana, buscando otimização do tempo, recursos financeiros e humanos.

O dimensionamento amostral é uma ferramenta importante que auxilia em experimentos futuros, sendo necessário para estimar a média de características determinadas, cabendo ao pesquisador, dentro de suas disponibilidades, avaliar qual o limite de erro tolerado, levando em consideração a variabilidade entre as características e assim, definir qual tamanho de amostra adequado (SILVA et al., 2016). Para determinar a média de uma variável resposta é necessário definir o tamanho da amostra e assim evitar sub ou superestimação através de medidas de caracteres vegetativos e produtivos, aumentando a precisão experimental (POHLMANN et al., 2022). De acordo com os autores, faltam informações sobre o dimensionamento amostral do feijoeiro em condições irrigadas e não irrigadas.

No delineamento experimental, todas as variáveis devem ser dimensionadas corretamente pois, o dimensionamento inadequado ocasiona problemas na análise estatística, tornando baixa a precisão experimental e, conseqüentemente, a confiabilidade da pesquisa (STORCK et al., 2016). Bandeira et al. (2019), concluíram em seu trabalho amostral para estimar a média de caracteres de centeio, que os caracteres sofreram influência pelas épocas de semeadura, tanto de desenvolvimento das plantas como produtividade dos grãos, podendo essa interferência ser resultado das variações de temperaturas ocorridas nas diferentes épocas de semeadura. Esse cenário indica a importância e necessidade de distintas épocas de semeadura na avaliação do dimensionamento de amostra.

O cálculo do tamanho da amostra, influencia diretamente nos resultados de uma pesquisa, pois amostras grandes transformam pequenas diferenças em diferenças significativas e amostras pequenas prejudicam a validade de um estudo (FABER; FONSECA, 2014). Em

estudo de dimensionamento amostral realizado com manga palmer, observou-se que houve diferentes características físico-químicas dos frutos nas diferentes estações de crescimento, o que aponta a necessidade de diferentes tamanhos de amostra para as variadas épocas de crescimento (VILVERT et al., 2021).

Especificamente na cultura de feijão de porco, alguns trabalhos de dimensionamento amostral foram realizados por Cargnelutti Filho et al. (2012, 2015 e 2018). No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2012), o foco principal foi determinar o tamanho de amostra por reamostragem para quatro variáveis de sementes, sendo indicado um dimensionamento amostral de 117 sementes. No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2015), foi realizado o dimensionamento amostral para a geração de modelos de estimação de área foliar, sendo que os autores recomendaram o uso de 200 folhas. Já no estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), foi determinado por reamostragem, o tamanho de amostra para onze variáveis morfológicas e produtivas de feijão de porco, onde os autores recomendaram o uso de 114 plantas como tamanho de amostra adequado. Destaca-se que tais experimentos foram realizados em apenas uma época de semeadura e local distinto do presente estudo, utilizando técnica de reamostragem com reposição.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram conduzidos três ensaios de uniformidade em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen-RS. A área experimental é localizada na latitude 27° 23' 44" S, longitude 53° 25' 34" W e altitude de 490 m, em Latossolo distroférico típico (SANTOS et al., 2013) e o clima é caracterizado por Köppen como Cfa (ALVARES et al., 2013). Os ensaios 1, 2 e 3 foram semeados, respectivamente, em 08 de novembro de 2020, 09 de dezembro de 2020 e 08 de janeiro de 2021. Cada ensaio teve cinco linhas de semeadura de 20 metros de comprimento com 100 plantas por linha e espaçamento entre linhas de 0,45 m e entre plantas de 0,20 m e semeadura realizada de maneira manual e sem a utilização de fertilizantes. A emergência das plantas dos ensaios 1, 2 e 3, ocorreu respectivamente, em 19 de novembro de 2021, 26 de dezembro de 2021 e 23 de janeiro de 2021.

Durante a condução experimental todos os tratos culturais foram realizados de maneira uniforme sem qualquer aplicação de tratamento. Não foram aplicados agrotóxicos e a limpeza da área se limitou apenas a supressão de plantas daninhas via capina manual. A colheita e avaliação das plantas foi realizada quando as mesmas apresentavam maturidade e senescência completa de folhas. Nesse sentido, a colheita da época 1 foi realizada em 03 e 18 de maio de 2021, a época 2 foi colhida em 03 de julho e 08 de agosto de 2021 e a época 3 em 22 de agosto de 2021. Na colheita, as plantas eram cortadas rente à superfície do solo e transportadas imediatamente ao Laboratório do Grupo de Pesquisa em Estatística e Experimentação Agronômica (GPEEA) da UFSM, para a mensuração das variáveis em cada planta. Neste estudo, foram avaliadas apenas plantas que apresentavam todas as variáveis, sendo avaliadas 351, 330 e 256 plantas, respectivamente, nas épocas 1, 2 e 3. O menor número de plantas avaliadas nas épocas 2 e 3 se deve ao fato de nem todas as plantas terem apresentado senescência até o momento da colheita.

Em cada planta, de cada época de semeadura, foram avaliadas doze variáveis morfológicas e produtivas: altura de planta (em cm); diâmetro do caule (em mm); número de nós (em unidades); número de ramos produtivos (em unidades); número de vagens (em unidades); número de grãos (em unidades); número de grãos por vagem (em unidades); massa total (em gramas); massa da planta sem vagens (em gramas); massa de vagens sem grãos (em gramas); massa de grãos (em gramas); e, massa de cem grãos (em gramas). Após, para cada época e variável, foram calculadas medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (mínimo, máximo, erro padrão, desvio padrão e coeficiente de variação), de

distribuição (curtose e assimetria) e calculado o intervalo de confiança de 95% para a média populacional.

Depois, foi determinado o tamanho de amostra necessário para a estimação da média de cada variável, assumindo erros de estimação (semiamplitudes do intervalo de confiança) iguais a 1, 2, ..., 25% da estimativa da média, com grau de confiança $(1-\alpha)$ de 95%. Para isso, utilizou-se a equação $\eta = (t_{\alpha/2}^2 s^2) / (\text{erro de estimação})^2$ (BUSSAB & MORETTIN, 2011), sendo $t_{\alpha/2}$ o valor crítico da distribuição t de *Student*, cuja área à direita é igual a $\alpha/2$, com $(n-1)$ graus de liberdade, $\alpha=5\%$ de probabilidade de erro e s^2 a estimativa da variância. A seguir, fixou-se η em 351, 330 e 256 plantas, respectivamente, para as épocas 1, 2 e 3 e foi calculado o erro de estimação em percentagem da estimativa da média (m) para cada caractere, por meio da equação: erro de estimação = $(100 t_{\alpha/2} s) / (\sqrt{\eta} m)$, em que s é a estimativa do desvio padrão. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa do Microsoft Office Excel®.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de média e mediana foram similares entre si na maioria das doze variáveis avaliadas, indicando boa distribuição dos dados (Tabelas 1 e 2). Da mesma forma, a maioria das variáveis apresentou assimetria e curtose próximas a zero, confirmando boa distribuição dos dados. Porém, ressalta-se que em algumas épocas, foram verificadas assimetrias e curtoses positivas, como para número de vagens e de grãos nas épocas 1 e 3 e para massa total, massa da planta sem vagens, massa de vagens sem grãos, massa de grãos e de cem grãos nas mesmas épocas. Considerando o teorema do limite central e o elevado número de plantas avaliadas em cada época, pode-se inferir que o dimensionamento amostral pode ser realizado adequadamente utilizando a distribuição t de Student.

Em relação aos valores numéricos em si, verificou-se plantas mais altas na época 2, também apresentando maior diâmetro de caule, número de nós, massa de vagens e massa de cem grãos. Já em relação ao número de ramos produtivos, de vagens, de grãos, de grãos por vagem, massa total, massa da planta sem vagens e massa de grãos, maiores valores numéricos foram verificados na época 1. Por sua vez, a época 3 apresentou os menores valores numéricos (Tabelas 1 e 2).

O coeficiente de variação oscilou de 13,02% a 59,98%, dependendo da variável e época de semeadura (Tabelas 1 e 2). Tais valores estão entre as faixas média a muito alta e apresentam relação direta com a variabilidade e o tamanho de amostra. Não foi verificada tendência de maiores escores de CV em uma ou outra época de semeadura, tendo alternância de resultados, de acordo com as variáveis avaliadas. No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), com onze variáveis morfológicas e produtivas avaliadas em 194 plantas de feijão de porco, os autores verificaram coeficientes de variação no intervalo de 19,04% e 109,06%, indicando maior variabilidade dos dados em relação ao presente estudo, e, possivelmente, maior tamanho de amostra, o que indica a importância de mais estudos em locais e épocas de semeadura para a recomendação de dimensionamento amostral.

Em relação à altura de plantas, verificou-se médias de 57,87, 81,43 e 66,22 cm, respectivamente, para as épocas 1, 2 e 3 e coeficientes de variação oscilando entre 15,32 e 19,21% (Tabela 1). Em estudo conduzido por Cargnelutti Filho et al. (2018) com uma época em Santa Maria – RS, verificou-se média de 132,51 cm e coeficiente de variação de 19,04%. Destaca-se que a semeadura foi realizada em momento anterior ao do presente estudo, o que pode auxiliar a justificar a diferença de crescimento. Contudo, a variabilidade foi similar. No trabalho de Cargnelutti Filho et al. (2018) foi utilizada reamostragem com reposição, logo a

taxa de erro apresentada corresponde a toda amplitude e não, a semi-amplitude, conforme o presente estudo. Assim, para comparar o dimensionamento amostral entre os dois trabalhos, é necessário entender que no presente estudo, uma taxa de erro de 10% corresponde a taxa de erro de 20% do estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018). Assim, considerando esse nível de precisão, verificou-se no presente estudo, que o tamanho de amostra para altura de plantas oscilou entre nove e 14 plantas, dependendo da época de semeadura (Tabela 3). No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), o tamanho de amostra encontrado foi de 15 plantas, indicando similaridade de resultados.

Para o diâmetro do caule, a média oscilou entre 8,47 e 9,94 mm, com coeficiente de variação entre 13,02% e 18,33% (Tabela 1). No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), o valor médio foi de 13,49 mm com coeficiente de variação de 25,17%. O tamanho de amostra para erro de estimação de 10% foi de sete a 13 plantas, dependendo da época de semeadura (Tabela 3). Nesse mesmo nível de precisão, Cargnelutti Filho et al. (2018) recomendaram 25 plantas. O maior tamanho de amostra recomendado pelos autores se deve a maior variabilidade do banco de dados original em relação ao presente estudo.

Tabela 1 - Número de plantas avaliadas, valores mínimo e máximo, média, mediana, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (em %), curtose, assimetria e limites inferior (LI_{95%}) e superior (LS_{95%}) do intervalo de confiança de 95% da média populacional para altura de planta (em cm), diâmetro do caule (em mm) e número de nós, de ramos produtivos, de vagens e de grãos (em unidades) em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável	Altura de planta			Diâmetro do caule		
	1	2	3	1	2	3
Época						
Plantas	351	330	256	351	330	256
Mínimo	27,00	50,00	35,00	5,90	5,04	5,43
Máximo	103,00	121,00	90,00	13,38	14,88	13,90
Média	57,87	81,43	66,22	9,44	9,94	8,47
Mediana	57,00	82,00	67,00	9,34	9,86	8,28
Erro padrão	0,59	0,69	0,66	0,07	0,10	0,08
Desvio padrão	11,12	12,47	10,59	1,23	1,82	1,36
Coeficiente de variação	19,21	15,32	15,99	13,02	18,33	16,06
Curtose	1,10	-0,05	-0,49	0,22	-0,24	1,31
Assimetria	0,77	0,10	-0,17	0,17	0,25	0,87
LI _{95%}	56,71	80,08	64,92	9,31	9,74	8,30
LS _{95%}	59,04	82,78	67,53	9,57	10,14	8,63
Variável	Número de nós			Número de ramos produtivos		
Época	1	2	3	1	2	3
Mínimo	7,00	8,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Máximo	25,00	25,00	20,00	6,00	6,00	6,00
Média	13,78	14,80	13,01	3,14	2,61	2,41
Mediana	13,00	15,00	13,00	3,00	3,00	2,00
Erro padrão	0,17	0,15	0,16	0,05	0,06	0,06
Desvio padrão	3,26	2,78	2,55	0,90	1,02	0,91
Coeficiente de variação	23,69	18,81	19,58	28,79	39,22	37,60
Curtose	0,25	1,28	-0,39	-0,16	-0,19	0,71
Assimetria	0,59	0,68	0,03	0,43	0,26	0,64
LI _{95%}	13,44	14,50	12,69	3,04	2,50	2,30
LS _{95%}	14,12	15,10	13,32	3,23	2,72	2,53
Variável	Número de vagens			Número de grãos		
Época	1	2	3	1	2	3
Plantas	351	330	256	351	330	256
Mínimo	2,00	1,00	1,00	16,00	4,00	2,00
Máximo	12,00	10,00	10,00	130,00	89,00	123,00
Média	4,32	3,88	3,54	44,55	36,32	30,52
Mediana	4,00	4,00	3,00	41,00	35,00	27,50
Erro padrão	0,08	0,09	0,10	0,89	0,94	1,02
Desvio padrão	1,54	1,62	1,58	16,68	17,05	16,29
Coeficiente de variação	35,50	41,66	44,68	37,43	46,94	53,35
Curtose	2,75	0,35	1,42	3,29	-0,24	4,17
Assimetria	1,22	0,50	1,06	1,41	0,45	1,45
LI _{95%}	4,16	3,71	3,34	42,80	34,48	28,52
LS _{95%}	4,49	4,06	3,73	46,30	38,17	32,53

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

Tabela 2 - Número de plantas avaliadas, valores mínimo e máximo, média, mediana, erro padrão, desvio padrão, coeficiente de variação (em %), curtose, assimetria e limites inferior (LI_{95%}) e superior (LS_{95%}) do intervalo de confiança de 95% da média populacional do número de grãos por vagem (em unidades) e das massas total, da planta sem vagens, de vagens sem grãos, de grãos e de cem grãos (em gramas) em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável	Número de grãos por vagem			Massa total		
	1	2	3	1	2	3
Época						
Plantas	351	330	256	351	330	256
Mínimo	6,25	2,33	2,00	49,27	38,39	24,10
Máximo	14,40	18,00	16,50	396,55	319,90	400,62
Média	10,36	9,40	8,59	139,14	135,65	85,00
Mediana	10,40	9,50	8,67	132,39	130,03	76,43
Erro padrão	0,07	0,14	0,14	2,60	3,06	2,62
Desvio padrão	1,39	2,46	2,25	48,71	55,59	41,92
Coeficiente de variação	13,43	26,21	26,22	35,01	40,98	49,32
Curtose	0,00	0,29	0,57	3,05	0,37	12,56
Assimetria	-0,07	-0,12	-0,23	1,32	0,75	2,41
LI _{95%}	10,21	9,14	8,31	134,03	129,63	79,84
LS _{95%}	10,50	9,67	8,87	144,25	141,67	90,16
Variável	Massa da planta sem vagens			Massa de vagens sem grãos		
	1	2	3	1	2	3
Época						
Plantas	351	330	256	351	330	256
Mínimo	6,78	5,16	5,61	15,91	6,58	6,71
Máximo	110,10	95,69	65,25	119,06	117,87	150,61
Média	35,60	34,67	18,76	43,15	46,17	37,78
Mediana	32,78	29,65	17,08	40,31	43,74	32,99
Erro padrão	0,81	1,04	0,51	0,85	1,13	1,22
Desvio padrão	15,19	18,85	8,21	15,86	20,47	19,57
Coeficiente de variação	42,65	54,37	43,78	36,74	44,33	51,81
Curtose	2,26	0,54	3,90	3,33	0,45	4,62
Assimetria	1,15	1,03	1,43	1,47	0,69	1,64
LI _{95%}	34,01	32,63	17,75	41,49	43,96	35,37
LS _{95%}	37,20	36,71	19,77	44,82	48,39	40,19
Variável	Massa de grãos			Massa de cem grãos		
	1	2	3	1	2	3
Época						
Plantas	351	330	256	351	330	256
Mínimo	22,50	5,14	0,76	68,68	88,74	21,44
Máximo	202,46	139,90	184,76	209,14	239,06	208,88
Média	60,38	54,80	28,47	137,05	152,37	94,32
Mediana	56,43	51,44	26,07	135,38	151,59	93,98
Erro padrão	1,21	1,47	1,07	1,03	1,44	1,35
Desvio padrão	22,63	26,65	17,07	19,38	26,08	21,63
Coeficiente de variação	37,48	48,63	59,98	14,14	17,11	22,94
Curtose	5,30	0,15	27,00	0,81	0,49	3,85
Assimetria	1,63	0,63	3,45	0,17	0,41	0,73
LI _{95%}	58,01	51,92	26,36	135,02	149,55	91,66
LS _{95%}	62,76	57,69	30,57	139,08	155,20	96,98

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

Tabela 3 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média da altura de planta e do diâmetro do caule com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável Época	Altura de planta			Diâmetro do caule		
	1	2	3	1	2	3
1%	1427	908	991	656	1301	1000
2%	357	227	248	164	325	250
3%	159	101	110	73	145	111
4%	89	57	62	41	81	63
5%	57	36	40	26	52	40
6%	40	25	28	18	36	28
7%	29	19	20	13	27	20
8%	22	14	15	10	20	16
9%	18	11	12	8	16	12
10%	14	9	10	7	13	10
11%	12	8	8	5	11	8
12%	10	6	7	5	9	7
13%	8	5	6	4	8	6
14%	7	5	5	3	7	5
15%	6	4	4	3	6	4
16%	6	4	4	3	5	4
17%	5	3	3	2	5	3
18%	4	3	3	2	4	3
19%	4	3	3	2	4	3
20%	4	2	2	2	3	3
21%	3	2	2	1	3	2
22%	3	2	2	1	3	2
23%	3	2	2	1	2	2
24%	2	2	2	1	2	2
25%	2	1	2	1	2	2
Erro de Estimação (%)	2,02	1,66	1,97	1,37	1,99	1,98

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

Em relação ao número de nós, foram verificadas médias de 13,01 a 14,80 nós com coeficiente de variação entre 18,81% e 23,69% (Tabela 1). O tamanho de amostra para erro de estimação de 10% oscilou entre 14 e 22 plantas (Tabela 4). No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), o valor médio foi de 23,18 nós com coeficiente de variação de 20,89% e o tamanho de amostra foi de 17 plantas. Embora as médias entre os dois estudos tenham sido diferentes, a variabilidade foi similar, levando à recomendação de tamanho de amostra similar, mesmo empregando técnicas de dimensionamento amostral distintas e partindo de bancos de dados de diferentes tamanhos.

O número de ramos produtivos apresentou médias entre 2,41 e 3,14 ramos, com coeficiente de variação oscilando entre 28,79% e 39,22%, indicando maior variabilidade em relação às variáveis anteriormente discutidas (Tabela 1). Por consequência, o tamanho de amostra para a estimação da média com erro de estimação de 10% oscilou entre 32 e 60 plantas (Tabela 4), sendo superior ao verificado para as demais variáveis já discutidas. Não foram encontrados na literatura dados dessa variável para comparação. No estudo desenvolvido por Cargnelutti Filho et al. (2018), os autores avaliaram o número de folhas, indicando que provavelmente a cultura ainda não se encontrava em maturidade e senescência foliar, o que pode explicar diferenças de resultados especialmente nas massas de planta, de vagens e de grãos.

O número de vagens médio oscilou entre 3,54 e 4,32 vagens por planta, com coeficiente de variação entre 35,50% e 44,68% (Tabela 1). Tais resultados já indicam aumento da variabilidade em variáveis de contagem relacionadas à produtividade. No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018) foi verificado em média 1,72 vagens por planta com coeficiente de variação de 91,31%. O tamanho de amostra para erro de estimação de 10 % nessa variável oscilou entre 49 e 77 plantas, dependendo da época de semeadura (Tabela 5). Nesse mesmo nível de precisão, Cargnelutti Filho et al. (2018) indicaram 307 plantas. Essas divergências podem ser explicadas pela menor média e maior coeficiente de variação do estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), indicando maior variabilidade e necessidade de maior tamanho de amostra.

Tabela 4 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média do número de nós e número de ramos produtivos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável Época	Número de nós			Número de ramos produtivos		
	1	2	3	1	2	3
1%	2171	1370	1487	3206	5954	5483
2%	543	342	372	802	1488	1371
3%	241	152	165	356	662	609
4%	136	86	93	200	372	343
5%	87	55	59	128	238	219
6%	60	38	41	89	165	152
7%	44	28	30	65	122	112
8%	34	21	23	50	93	86
9%	27	17	18	40	74	68
10%	22	14	15	32	60	55
11%	18	11	12	26	49	45
12%	15	10	10	22	41	38
13%	13	8	9	19	35	32
14%	11	7	8	16	30	28

(continua)

(Continuação)

15%	10	6	7	14	26	24
16%	8	5	6	13	23	21
17%	8	5	5	11	21	19
18%	7	4	5	10	18	17
19%	6	4	4	9	16	15
20%	5	3	4	8	15	14
21%	5	3	3	7	14	12
22%	4	3	3	7	12	11
23%	4	3	3	6	11	10
24%	4	2	3	6	10	10
25%	3	2	2	5	10	9
Erro de Estimação (%)	2,49	2,04	2,41	3,02	4,25	4,63

Fonte - Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

O número médio de grãos por planta oscilou entre 30,52 e 44,55, com coeficiente de variação entre 37,43% e 53,35% (Tabela 1). A variabilidade dessa variável foi similar à do número de vagens e o tamanho de amostra para a estimação da média com 10% de erro de estimação oscilou entre 54 e 110 plantas, dependendo da época de semeadura (Tabela 5). Para a variável número de grãos por vagem, a média oscilou entre 8,59 e 10,36 com coeficiente de variação de 13,43% a 26,22% (Tabela 2) e tamanho de amostra entre 7 e 27 plantas (Tabela 6). Não foram encontrados dados na literatura para comparação nessas duas variáveis.

A massa total da planta apresentou médias entre 85,00 a 139,14 gramas, respectivamente, para as épocas 3 e 1 (Tabela 2), com coeficiente de variação de 35,01% a 49,32%, respectivamente, para as épocas 1 e 3. O tamanho de amostra para erro de estimação de 10% oscilou entre 47 e 94 plantas (Tabela 6), sendo menor na primeira época de semeadura e maior na última época de semeadura, que apresentou plantas menores e mais variáveis entre si. No estudo realizado por Cargnelutti Filho et al. (2018), foram avaliadas as massas verde e seca da parte aérea num momento anterior a maturidade e senescência completa. Os autores verificaram médias de 346,26 gramas e 109,35 gramas, respectivamente, para massa verde e seca de parte aérea, com coeficientes de variação de 73,23% e 63,13%, maiores que os observados no presente estudo. Tais valores levaram a recomendação de tamanho de amostra de 201 e 151 plantas, respectivamente, para massa verde e massa seca, superiores aos verificados no presente estudo.

A massa da planta sem vagens apresentou médias entre 18,76 gramas e 35,60 gramas, com coeficiente de variação entre 42,65% e 54,37% (Tabela 2). O tamanho de amostra para

erro de estimação de 10% da média oscilou entre 70 e 114 plantas, respectivamente, para a época 1 e 2 (Tabela 7). Em estudo conduzido por Cargnelutti Filho et al. (2018), a massa verde de parte aérea foi de 290,87 gramas e a massa seca de parte aérea de 85,81 gramas, com coeficientes de variação de 84,14% e 78,07%, respectivamente, resultando num tamanho de amostra recomendado de 269 e 234 plantas, indicando maior variabilidade em relação ao presente estudo.

Tabela 5 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média do número de vagens e número de grãos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável Época	Número de vagens			Número de grãos		
	1	2	3	1	2	3
1%	4875	6715	7742	5420	8526	11040
2%	1219	1679	1935	1355	2132	2760
3%	542	746	860	602	947	1227
4%	305	420	484	339	533	690
5%	195	269	310	217	341	442
6%	135	187	215	151	237	307
7%	99	137	158	111	174	225
8%	76	105	121	85	133	172
9%	60	83	96	67	105	136
10%	49	67	77	54	85	110
11%	40	55	64	45	70	91
12%	34	47	54	38	59	77
13%	29	40	46	32	50	65
14%	25	34	39	28	44	56
15%	22	30	34	24	38	49
16%	19	26	30	21	33	43
17%	17	23	27	19	30	38
18%	15	21	24	17	26	34
19%	14	19	21	15	24	31
20%	12	17	19	14	21	28
21%	11	15	18	12	19	25
22%	10	14	16	11	18	23
23%	9	13	15	10	16	21
24%	8	12	13	9	15	19
25%	8	11	12	9	14	18
Erro de Estimação (%)	3,73	4,51	5,50	3,93	5,08	6,57

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

Tabela 6 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média do número de grãos por vagem e massa total com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável Época	Número de grãos por vagem			Massa total		
	1	2	3	1	2	3
1%	698	2658	2667	4742	6500	9432
2%	174	665	667	1185	1625	2358
3%	78	295	296	527	722	1048
4%	44	166	167	296	406	590
5%	28	106	107	190	260	377
6%	19	74	74	132	181	262
7%	14	54	54	97	133	192
8%	11	42	42	74	102	147
9%	9	33	33	59	80	116
10%	7	27	27	47	65	94
11%	6	22	22	39	54	78
12%	5	18	19	33	45	66
13%	4	16	16	28	38	56
14%	4	14	14	24	33	48
15%	3	12	12	21	29	42
16%	3	10	10	19	25	37
17%	2	9	9	16	22	33
18%	2	8	8	15	20	29
19%	2	7	7	13	18	26
20%	2	7	7	12	16	24
21%	2	6	6	11	15	21
22%	1	5	6	10	13	19
23%	1	5	5	9	12	18
24%	1	5	5	8	11	16
25%	1	4	4	8	10	15
Erro de Estimação (%)	1,41	2,84	3,23	3,68	4,44	6,07

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

A massa de vagens sem grãos oscilou de 37,78 gramas a 46,17 gramas, com coeficiente de variação de 36,74% a 51,81% (Tabela 2). Para essa variável, assumindo erro de estimação de 10% da média, o tamanho de amostra oscilou entre 52 e 104 plantas (Tabela 7). No estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018) foram avaliadas as massas verde e seca de vagens com grãos, diferentemente do presente estudo. Os autores verificaram ampla variabilidade dos dados, com tamanhos de amostra de 427 e 446 plantas e coeficientes de variação de 106,32% e 109,06% respectivamente, para massa verde e seca de vagens.

A massa de grãos oscilou entre 28,47 gramas e 60,38 gramas, com coeficiente de variação de 37,48% a 59,98% (Tabela 2). Essa variável apresentou na época 3, o maior coeficiente de variação entre os 36 casos (12 variáveis e três épocas de semeadura). Por consequência, apresentou o maior tamanho de amostra (Tabela 8), oscilando de 54 até 140 plantas, respectivamente, para a época 1 e 3, adotando erro de estimação de 10% da média. Já a massa de cem grãos oscilou entre 94,32 gramas a 152,37 gramas, com coeficiente de variação oscilando de 14,14% a 22,94%, resultando em tamanho de amostra de oito a 20 plantas. Não foram encontrados na literatura dados sobre essas duas variáveis para comparação e discussão.

Num contexto geral, verificou-se grande contribuição da massa de vagens e de grãos sobre a massa total da cultura, indicando que o caule e as ramificações tem baixa contribuição no peso final. Pode-se concluir também que a variabilidade geral do banco de dados de cada época foi inferior ao observado no estudo de Cargnelutti Filho et al. (2018), resultando em recomendações de tamanhos de amostra menores. Destaca-se que são anos agrícolas diferentes, locais, épocas e tamanhos da amostra original diferentes, que podem auxiliar na explicação desses resultados, o que reforça o desenvolvimento deste estudo. Nesse sentido, para erro de 10% da média, verificou-se entre as 36 situações, tamanhos de sete a 140 plantas, ao passo que para onze condições (variáveis em uma única época), Cargnelutti Filho et al. (2018) nesse mesmo nível de precisão, recomendaram de 15 a 446 plantas.

Tabela 7 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média da massa da planta sem vagens e da massa de vagens sem grãos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável Época	Massa da planta sem vagens			Massa de vagens sem grãos		
	1	2	3	1	2	3
1%	7036	11440	7433	5222	7604	10412
2%	1759	2860	1858	1305	1901	2603
3%	782	1271	826	580	845	1157
4%	440	715	465	326	475	651
5%	281	458	297	209	304	416
6%	195	318	206	145	211	289
7%	144	233	152	107	155	212
8%	110	179	116	82	119	163
9%	87	141	92	64	94	129
10%	70	114	74	52	76	104
11%	58	95	61	43	63	86
12%	49	79	52	36	53	72
13%	42	68	44	31	45	62
14%	36	58	38	27	39	53
15%	31	51	33	23	34	46

(Continua)

(continuação)

16%	27	45	29	20	30	41
17%	24	40	26	18	26	36
18%	22	35	23	16	23	32
19%	19	32	21	14	21	29
20%	18	29	19	13	19	26
21%	16	26	17	12	17	24
22%	15	24	15	11	16	22
23%	13	22	14	10	14	20
24%	12	20	13	9	13	18
25%	11	18	12	8	12	17
Erro de Estimação (%)	4,48	5,89	5,39	3,86	4,80	6,38

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

Tabela 8 - Tamanho de amostra (número de plantas) para a estimação da média da massa de grãos e da massa de cem grãos com erros de estimação iguais a: 1, 2,...,25% da estimativa da média e a semiamplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base na avaliação da amostra original em três épocas de semeadura de feijão de porco.

Variável Época	Massa de grãos			Massa de cem grãos		
	1	2	3	1	2	3
1%	5433	9152	13954	773	1133	2040
2%	1358	2288	3488	193	283	510
3%	604	1017	1550	86	126	227
4%	340	572	872	48	71	127
5%	217	366	558	31	45	82
6%	151	254	388	21	31	57
7%	111	187	285	16	23	42
8%	85	143	218	12	18	32
9%	67	113	172	10	14	25
10%	54	92	140	8	11	20
11%	45	76	115	6	9	17
12%	38	64	97	5	8	14
13%	32	54	83	5	7	12
14%	28	47	71	4	6	10
15%	24	41	62	3	5	9
16%	21	36	55	3	4	8
17%	19	32	48	3	4	7
18%	17	28	43	2	3	6
19%	15	25	39	2	3	6
20%	14	23	35	2	3	5
21%	12	21	32	2	3	5
22%	11	19	29	2	2	4
23%	10	17	26	1	2	4
24%	9	16	24	1	2	4
25%	9	15	22	1	2	3
Erro de Estimação (%)	3,93	5,27	7,38	1,48	1,85	2,82

Fonte: Elaborado por Marcos Toebe a partir de dados obtidos pela autora.

Considerando o tamanho de amostra para estimação da média de cada variável e época de semeadura, com semiamplitude do intervalo de confiança igual a 1% da estimativa da média e grau de confiança de 95%, oscilou entre 656 e 13954 plantas, com valor médio de 4961 plantas (Tabelas 3 a 8). Nesse nível de precisão, Toebe et al. (2017) indicaram a necessidade de mensuração de até 12107 plantas para a estimação de variáveis de *Crotalarias spectabilis*. Segundo Teodoro et al. (2015), para a avaliação das massas fresca e seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* e *Crotalarias spectabilis* nesse nível de precisão, são necessárias de 1108 a 8510 plantas. Na cultura de crambe, Cargnelutti Filho et al. (2014) verificaram a necessidade de avaliação de 1516 a 15405 plantas, e em nabo forrageiro, Cargnelutti Filho et al. (2014)

verificaram necessidade de avaliação de 217 a 5751 plantas, dependendo do caractere, para estimação da média com erro de estimação de 2% da média e 95% de confiança. Tais resultados indicam que realizar a condução experimental visando esse nível de precisão, torna-se inviável do ponto de vista de utilização de recursos financeiros, humanos e de tempo.

Para erro de estimação de 5% da média, o tamanho de amostra oscilou entre 26 e 558 plantas, com valor médio de 198 plantas. Já para erro de estimação de 10% da média, o tamanho de amostra variou entre sete e 140 plantas, dependendo da época de semeadura e da variável avaliada, com média de 50 plantas. Já Cargnelutti Filho et al. (2010) e Cargnelutti Filho et al. (2014) indicaram a avaliação de 155 e 231 plantas, respectivamente, para a estimação da média de caracteres de crambe e de nabo forrageiro, com erro de estimação máximo de 10% da média. Em tremoço branco, Burin et al. (2014) verificaram a necessidade de avaliação de 192 plantas para a estimação da média de todos os caracteres com amplitude do intervalo de confiança de 95% de 20% da média.

Para erro de estimação de 15% da média, o tamanho de amostra médio foi de 22 plantas, com tamanho oscilando entre três e 62 plantas. Para erro de estimação de 20% da média, o tamanho de amostra oscilou entre duas e 35 plantas, com valor médio de 12 plantas. Por fim, para erro de estimação de 25% da média, o tamanho de amostra oscilou entre uma e 22 plantas, com valor médio de oito plantas. Já o erro de estimação oscilou de 1,37 a 7,38%, com base nas amostras originais, com valor médio de 3,73%. Menor tamanho de amostra foi verificado para diâmetro do caule da época 1 e maior tamanho de amostra foi verificado para massa de grãos na época 3. Em feijão de porco, Cargnelutti Filho et al. (2012), indicaram a avaliação de 117 sementes e em estudo de Cargnelutti Filho et al. (2015), foi recomendado o uso de 200 folhas para a geração de modelos de estimação de área foliar

7 CONCLUSÃO

Em feijão de porco, em média 50 plantas, são necessárias para a estimação da média de doze variáveis com erro de 10% da média. Nesse nível de precisão, o tamanho de amostra variou entre sete e 140 plantas, dependendo da época de semeadura e da variável avaliada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Romualdo de. **Fitoextração de metais pesados em solo contaminado por escória de minério de chumbo, no município de Santo Amaro – BA**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade Maria Milza - FAMAM, Governador Mangabeira – BA, 2018. p. 119.
- ALVARES, Cleyton Alcarde *et al.* **Köppen’s climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 1, p. 711–728, 2013.
- BANDEIRA, Cirineu Tolfo *et al.* **Suficiência amostral para estimar a média de caracteres produtivos de centeio**. Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 3, p.751-760, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/17759>. Acesso em: 07 jan 2023.
- BARBOSA, Eliane Baptista *et al.* **Avaliação do desenvolvimento vegetativo das espécies de girassol (*Helianthus annuus*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) cultivadas em solo de passivo ambiental**. Colloquium Exactarum, [s. l.], v. 13, ed. 3, p. 29-37, 2021. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/4197>. Acesso em: 10 out. 2022.
- BHERING, Leonardo Lopes.; TEODORO, Paulo Eduardo. **Estatística experimental no rbio**. 1. ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2021. 478 p. Disponível em: <https://biometria.ufv.br/apresentacao/>. Acesso em: 10 out. 2022.
- BURIN, Claudia *et al.* **Dimensionamento amostral para a estimação da média de caracteres de tremoço branco**. Comunicata Scientiae, 5, 205-212, 2014. Disponível em: <http://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/317/246>. Acesso em 25 jun 2023.
- CAMPOS, Milton César Costa *et al.* **Carbon storage in soil and aggregates of Inceptisols under different land use management systems in southern Amazonas**. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 11, n. 2, p. 339, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/LB7QVVwRcgw4ZSvpprpy3gP/?lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2022.
- CARGNELUTTI FILHO, Alberto *et al.* **Tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres morfológicos e produtivos de nabo forrageiro**. Ciência Rural, 44, 223-227, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000200005>. Acesso em 25 jun 2023.
- CARGNELUTTI FILHO, Alberto *et al.* **Tamanho de amostra e relações lineares de caracteres morfológicos e produtivos de crambe**. Ciência Rural, 40, 2262-2267, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010001100003>. Acesso em 25 jun 2023.
- CARGNELUTTI FILHO, Alberto *et al.* **Number of leaves needed to model leaf area in jack bean plants using leaf dimensions**. Bioscience Journal, v.31, n.6, p.1651-1662, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n6a2015-26135>. Acesso em 25 jun 2023.
- CARGNELUTTI FILHO, Alberto *et al.* **Sample size to estimate the mean of traits in jack bean**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 13, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5505>. Acesso em 25 jun 2023.

CARGNELUTTI FILHO, Alberto *et al.* **Tamanho de amostra para a estimação da média do comprimento, diâmetro e massa de sementes de feijão de porco e mucuna cinza.** *Ciência Rural*, v.42, n.9, p.1541-1544, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000057>. Acesso em 25 jun 2023.

CAVALCANTE, Marcelo; COSTA, João Gomes da. **Considerações sobre planejamento experimental e adequabilidade do uso de testes estatísticos em Ciências Agrárias.** *Diversitas Journal*, v. 6, n. 4, p. 3706–3723, 2021. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1931. Acesso em: 08 jan 2023.

SOUZA OLIVEIRA, Vinicius de *et al.* **Dimensionamento amostral para frutos em cultivares comerciais de mamoeiro.** *Revista Ifes Ciência*, v. 6, n. 4, p. 67–77, 2020. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/417>. Acesso em: 10 out 2022.

FABER, Jorge.; FONSECA, Lilian. Martins. **How sample size influences research outcomes.** *Dental press journal of orthodontics*, v. 19, n. 4, p. 27–29, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/dpjo/a/kJsVCrLstNgsvxkmxh9nGQF/?lang=en>. Acesso em: 10 out 2022.

FERREIRA, Jeferson Pereira *et al.* **Dimensionamento amostral para frutos em cultivares comerciais de mamoeiro avaliados a campo.** *Revista Ifes Ciência*. v6, n4, 2020. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/417/598>. Acesso em: 15 ago 2023.

FREITAS, Bruna Bandeira de; PAULETTO, Daniela.; SOUSA, Iara Rayana Leal de. **Crescimento inicial e biomassa de espécies utilizadas como adubação verde em sistema de aleias.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 15, n. 1, p. 20–27, 2020. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/6458>. Acesso em: 10 out 2022.

IMBANA, Rugana *et al.* **Legumes as covers crops to improve soil quality.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 16, n. 4, p. 351–357, 2021. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/8861>. Acesso em: 7 dez. 2022.

VALADÃO JÚNIOR, Daniel Dias *et al.* **Desenvolvimento do feijão-de-porco em latossolo submetido à compactação.** *Revista Cultura Agrônômica*, v. 29, ed. 3, p. 348-364, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n3p348-364>. Acesso em: 7 dez. 2022.

KARLEN, Douglas L.; RICE, Charles. W. **Soil Degradation: Will Humankind Ever Learn?** *Sustainability*, [s. l.], v. 7, p. 12490-12501, 2015. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/9/12490>. Acesso em: 19 out. 2022.

LINHARES, Joiada Moreira da Silva *et al.* **Variabilidade de atributos físico-químicos e dos estoques de carbono orgânico em argissolo vermelho sob sistemas agroflorestais no assentamento umari sul do Amazonas.** *Rev. Geogr. Acadêmica*, [s. l.], v. 10, ed. 1, p. 93-117, 2016. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/3496>. Acesso em: 12 set. 2022.

MADALÃO, João Carlos *et al.* **Action of *Canavalia ensiformis* in remediation of contaminated soil with sulfentrazone.** *Bragantia*, v. 76, ed. 2, p. 292-299, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/qCptvYB38TzGWc7sxppkbf/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 17 nov. 2022.

MALIKOUSKI, Renan Garcia *et al.* **Determinação de tamanho amostral para caracterização física de frutos de melancia do tipo crimson sweet, híbrido manchester.** *Revista Ifes Ciência*, v. 4, n. 2, p. 95–103, 2018. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/347>. Acesso em: 10 out 2022.

PEREIRA, Alan *et al.* **Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão.** *Revista de Ciências Agrárias*, [s. l.], v. 40, ed. 4, p. 799-807, 2017. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/16523>. Acesso em: 10 out. 2022.

POHLMANN, Valeria *et al.* **Dimensionamento amostral de caracteres de feijão em condição hídrica irrigada e não irrigada.** *Semina. Ciências Agrárias*, v. 43, n. 5, p. 2323–2338, 2022. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/43846>. Acesso em: 07 jan 2023.

RECKLING, M. et al. **Uma estrutura de avaliação do sistema de cultivo—Avaliando os efeitos da introdução de leguminosas nas rotações de cultivo.** *Jornal europeu de agronomia: o jornal da Sociedade Europeia de Agronomia*, v. 76, p. 186–197, 2016.

SALES, Agust *et al.* **Carbono orgânico e atributos físicos do solo sob manejo agropecuário sustentável na Amazônia legal.** *Colloquium Agrariae*, v. 14, n. 1, p. 01–15, 2018. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1989/2101>. Acesso em: 08 jan. 2023.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, Layra Lobato da *et al.* **Tamanho de amostra para avaliar características de banana.** *Revista Científica Intelletto*. v.4, n.2, p.96-104, 2019. Disponível em: <https://revista.grupofaveni.com.br/index.php/revista-intellecto/article/view/153>. Acesso em: 10 out 2022.

SILVA, Rita de Cássia Ferreira da *et al.* **Avaliação de diferentes coberturas morta na produção de Beterraba (*Beta Vulgaris* L.).** *Revista Semiárido De Visu*, v. 5, n. 1, p. 3–10, 2017. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/135>. Acesso em: 07 jan 2023.

SILVA, Wilton *et al.* **Dimensionamento amostral para caracterização física e química em frutos de ciriguela.** *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 10, ed. 2, p. 178-182, 2016. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2761>. Acesso em: 6 jan. 2023.

SOUSA, Iara Rayana Leal de *et al.* **Foliar decomposition rate of species used in agroforestry systems.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 15, n. 2, p. 118–126, 2020. Disponível em:

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/6734>. Acesso em: 07 jan 2023.

STORCK, Lindolfo *et al.* **Experimentação Vegetal**. Santa Maria, Brazil: UFSM. 2016,200 p.

TEODORO, Paulo Eduardo *et al.* **Sample dimension for estimation of biomass and yield of sunn (*Crotalaria juncea* L.) and showy rattlebox (*C. spectabilis* Roth.)**. Journal of Agronomy, 14, 98-101. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2015.98.101>. Acesso em 25 jun 2023.

TOEBE, Marcos *et al.* **Dimensionamento amostral e associação linear entre caracteres de *Crotalaria spectabilis***. Bragantia, v. 76, n. 1, p.45-53, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.653>. Acesso em 25 jun 2023.

WENDLING, Adenor Vicente *et al.* **Feijão-de-porco estimula maior produtividade e eficiência de uso de nitrogênio em pastagem do que a crotalaria**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 14, n. 4, 2019. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/23039>. Acesso em: 10 out 2022.

VILVERT, João Claudio *et al.* **Sample size for postharvest quality traits of ‘Palmer’ mangoes**. Revista brasileira de fruticultura, v. 43, n. 5, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/xCjgxGtHcKpktvBVtLLwVPy/?lang=en>. Acesso em: 10 out 2022.

YAO, Zhiyuan *et al.* **Dynamics and Sequestration Potential of Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks of Leguminous Green Manure-Based Cropping Systems on the Loess Plateau of China**. Soil and Tillage Research, [s. l.], v. 191, p. 108-116, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198718300837>. Acesso em: 10 out. 2022.